

Устройство работает следующим образом: при помощи специально разработанной программы на ЭВМ оператор задаёт параметры сканирования образца: начальный и конечный диапазоны развертки (В), дискретность шага (В), режим отображения информации. После пуска сканирования программа с каждой итерацией отправляет 2 управляющих байта на аппаратный комплекс через виртуальный com-порт. Микроконтроллер обрабатывает прерывание от com-порта, если поступили данные и отправляет 2 принятых байта на ЦАП, который, в свою очередь, преобразует их в напряжение 0..5В, а операционный усилитель разворачивает до уровня 0..10В и отправляет на развертку вторично-ионного масс-спектрометра (ВИМС). ВИМС формирует первичный поток ионов, регистрирует вторичный поток и посылает его на вход ЦАП комплекса. 16-битный ЦАП оцифровывает его и отправляет в виде 2 байт обратно на виртуальный com-порт, с которого, в свою очередь, программа на ЭВМ его считывает и отображает на динамически изменяющемся графике зависимости входного напряжения от выходного.

Список публикаций:

- [1] Мак-Хью И.А. Вторично-ионная масс-спектрометрия: В кн. Методы анализа поверхности./Пер с англ. - М.: Мир, 1979. - с. 276-342.
 [2] Броудай И., Мерей Дж. Физические основы микротехнологии: Пер. с англ. - М.: Мир, 1985. - 496 с.
 [3] Аппаратная платформа Arduino [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://arduino.ru/> свободный.
 [4] datasheet ATmega328 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mkprog.ru/wp-content/uploads/2017/09/ATmega328-328P_Datasheet.pdf свободный.
 [5] datasheet AD420 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD420.pdf> свободный.
 [6] datasheet ADS1115 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ads1114.pdf> свободный.

Изменчивость максимально наблюдаемой частоты по данным наклонного зондирования

Лазарева Анна Эдуардовна
 Южный федеральный университет
 Радио Любовь Петровна, к.ф.-м.н.
anna.anla.lazareva@mail.ru

Наклонное зондирование (НЗ) считается наиболее эффективным инструментом для оперативного определения характеристик КВ-канала. Среди измеряемых с помощью НЗ характеристик важнейшей является максимальная наблюдаемая частота (МНЧ). На ее основе прогнозируется на заданное время упреждения максимальная применимая частота (МПЧ) на КВ-трассе.

Универсальным средством для работы в режимах вертикального и наклонного зондирования является ионозонд с линейно-частотно модулированным сигналом. ЛЧМ-ионозонды используют способ, носящий название «сжатие по частоте», применяемый к «непрерывным» ЛЧМ сигналам. Такой сигнал в значительно меньшей степени чем импульсный уязвим по отношению к сосредоточенным помехам, преобладающим в КВ диапазоне. [1,2]

Целью данной работы было оценить наблюдаемые временные вариации МНЧ на основе экспериментальных данных. Используемая база экспериментальных данных – это ионограммы наклонного ЛЧМ-зондирования на трассе наклонного зондирования Хабаровск – Торы. Продолжительность наблюдений составила 11 дней. Солнечная активность W=11. Ионограммы снимались круглосуточно с интервалом в 5 минут. Объем обработанных экспериментальных данных составил 3168 ионограмм. Все ионограммы обрабатывались вручную, что позволяет исключить возможные ошибки автоматической обработки, а, следовательно, увеличивает статистическую значимость полученных результатов исследования. Характеристики трассы приведены в табл. 1.

Табл. 1. Характеристики используемой базы экспериментальных данных.

| Трасса | Координаты | | Длина, км | Период наблюдения | Шаг зондир., мин | Количество ионограмм | Количество дней |
|------------------|-----------------|-------------------|-----------|---------------------------|------------------|----------------------|-----------------|
| | Передатчик | Приемник | | | | | |
| Хабаровск - Торы | 47.6N 134.7E | 51.81N 103.08E | 2 302 | 17.02.2018- 27.02.2018 | 5 | 3 168 | 11 |

Результаты измерений обрабатывались в следующей последовательности. [3,4] Для каждого дня на плоскость «время суток – МНЧ» наносились все полученные из ионограмм значения МНЧ (для каждого часа снималось 12 значений МНЧ). Таким образом были получены суточные ходы для наблюдаемых дней. Пример такой обработки приведен на рис. 1. Для фиксированных моментов времени находились средние значения

МНЧ. Полученные значения соединялись сплошной кривой, которая представляет собой усреднённый за месяц суточный ход МНЧ. На рис.2 точками отмечены все измеренные значения МНЧ за каждый день, а сплошной линией-среднее значение МНЧ за все дни. По данным такой обработки можно судить о наличии быстрых и медленных флуктуаций, а также оценить вариации МНЧ ото дня ко дню. Обработка во всех случаях велась без исключения возмущенных условий распространения на трассе.

Для последующей обработки суточные сеансы были разбиты на интервалы по 4 часа каждый: 00:00–04:00, 06:00–10:00, 12:00–16:00, 19:00–23:00. Исходя из обработанных данных, вычислялось скользящее среднее значений МНЧ с окном 2 ч и шагом следования 5 мин., относящееся к 4-часовому интервалу. На следующем этапе находились среднеквадратичные отклонения (СКО) мгновенных МНЧ от усредненной МНЧ со скользящим средним за 2 ч. Среднее значение среднеквадратичных отклонений за 4-часовые интервалы за все дни представлены в табл.2.

Табл. 2. Среднее значение среднеквадратичных отклонений за 4-часовые интервалы за все дни

| Временной интервал | | 0:00-04:00 | 06:00-10:00 | 12:00-16:00 | 19:00-23:00 |
|----------------------|-----|------------|-------------|-------------|-------------|
| Среднее значение СКО | МГц | 0,4 | 0,9 | 0,8 | 0,6 |
| | % | 3 | 8 | 4 | 5 |

По результатам зондирования был найден разброс значений МНЧ, определяемый как разность между максимальным и минимальным усредненными за 4 временных интервала значениями МНЧ за весь период зондирования. Для дневного интервала он составил 22-17 МГц, т.е.5 МГц при среднем значении максимально наблюдаемой частоты 19 МГц. Для ночного интервала он составил 13 -8 МГц, т.е. 5 МГц при среднем 9,8 МГц. Для заходного интервала он составил 14 -10 МГц, т.е. 4 МГц при среднем 12 МГц. Для восходного интервала он составил 13-8 МГц, т.е. 5 МГц при среднем 11 МГц. Полученную величину разброса можно считать вариациями МНЧ ото дня ко дню.

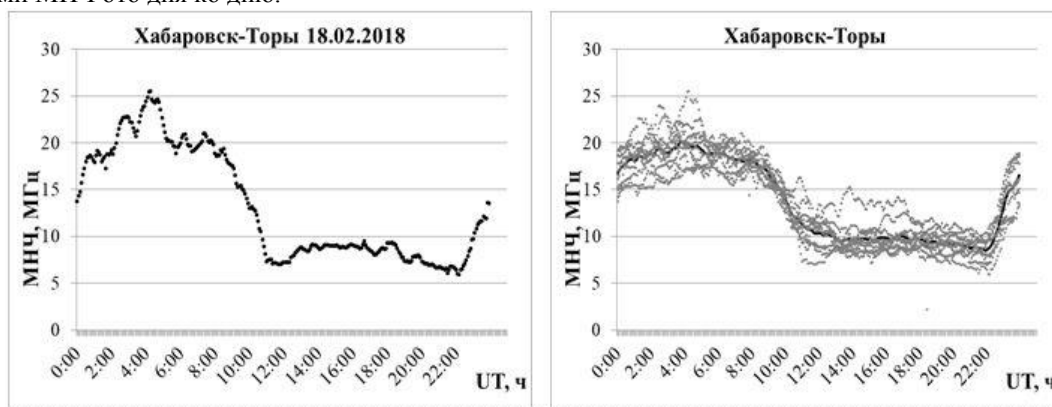


рис.1 суточный ход МНЧ; рис.2. среднемесячный суточный ход

Таким образом, по результатам проведенной работы можно сделать следующие выводы:

1. Получены по экспериментальным данным суточные зависимости МНЧ. Их можно рекомендовать для проверки методов прогнозирования максимально применимой частоты.
2. Получены быстрые и медленные вариации МНЧ. Они составили для ночного времени 3%, для дневного-4%, для заходного-5%и для восходного-8% от среднего значения.
3. Вариации ото дня ко дню в дневные часы достигали 5 МГц (около 27% от среднего значения).

Список публикаций:

- [1] Иванов. В. А, Куркин В. И, Носов В. Е, Урядов В. П, Шумаев В. В // Известия высших учебных заведений. Радиофизика. Нижний Новгород: Изд-во НИНГУ им. Н. И. Лобачевского. 2003. № 11. С.919-952.
- [2] Куркин В. И, Науменко А. А, Подлесный А. В // Труды космической академии имени А. Ф. Можайского. Санкт-Петербург: Изд-во: Военно-космическая академия им. А. Ф. Можайского. 2018. № 662. С.167-171.
- [3] Барабаиов Б. Г, Анишин М. М, Лаврентьев О. А, Русин С. В // Техника радиосвязи. 2018. Вып. 3 (38). С. 22-29.
- [4] Барабаиов Б. Г, Анишин М. М, Лаврентьев О. А, Радио Л. П, Русин С. В// Техника радиосвязи. 2019. Вып. 1 (40). С. 19–23. DOI 10.33286/2075-8693-2019-40-19-23..